

© EPODOC / EPO

PN - JP7143100 A 19950602
PD - 1995-06-02
PR - JP19930286376 19931116
OPD - 1993-11-16
TI - ERROR CORRECTION CONTROL METHOD
IN - ISOBE TADASHI; KURODA TORU; TAKADA MASAYUKI; YAMADA
TSUKASA; TOMITA YOSHIKAZU; TSUCHIDA KENICHI; YAMASHITA
SHIYUUGO
PA - JAPAN BROADCASTING CORP; SANYO ELECTRIC CO
IC - H04L1/00 ; H04H1/00 ; H04L29/02

© WPI / DERWENT

TI - Error correction control method for FM receiver - involves replacing
prefix stored in prefix estimation circuit with new prefix obtained by
character code checking when horizontal error correction method
fails
PR - JP19930286376 19931116
PN - JP3181159B2 B2 20010703 DW200139 H04L1/00 017pp
- JP7143100 A 19950602 DW199531 H04L1/00 016pp
PA - (NIHJ) NIPPON HOSO KYOKAI KK
- (SAOL) SANYO ELECTRIC CO LTD
IC - H04H1/00 ; H04L1/00 ; H04L29/02
AB - J07143100 The control method involves division of data into
number of blocks which have the respective block recognition
information. The information symbols are recognised and the data
is transmitted after coding each block and the error correcting code
character is obtained.
- When this horizontal direction error correction of data packet is
successful, the prefix is estimated using a circuit (28). When the
correction fails, depending on the saved prefix, code character is
checked and the wrong prefix is replaced by a new one.
- ADVANTAGE - Improves error correction capability of horizontal
direction error. Realises accurate error correction method.
- (Dwg.1/13)
OPD - 1993-11-16
AN - 1995-235799 [31]

© PAJ / JPO

PN - JP7143100 A 19950602
PD - 1995-06-02

- AP - JP19930286376 19931116
- IN - YAMASHITA SHIYUUGO; others:06
- PA - SANYO ELECTRIC CO LTD; others: 01
- TI - ERROR CORRECTION CONTROL METHOD
- AB - PURPOSE:To improve the correction capacity of a horizontal error correction and to improve a packet error ratio by using an estimated prefix and performing the horizontal error correction again.
- CONSTITUTION:Pertinent data (c) is uploaded from a reception memory 16 to the shift register 22 within an error correction circuit 20 and an error correction is performed. As a result, a signal (d) is inputted in an error correction control circuit 24. At this place, the signal (d) becomes a high level when the error correction is successful and becomes a low level when the correction is failed. Data (e) is inputted in a CRC circuit 26 from the circuit 20 after the error correction and the error detection of the correction result is performed by a CRC code. As a result, a signal (f) is inputted in the circuit 24. The signal (f) becomes the high level when the error is not detected and becomes the low level when the error is detected. The circuit 24 receives the signals (d) and (f), transmits a signal (g) when errors do not exist in the both signals and loads data (h) to a memory 16. The error correction in the prefix estimation when a decoding failes is performed by replacing the prefix value stored within a prefix circuit 28 by the prefix of failed data.
- I - H04L1/00 ;H04H1/00 ;H04L29/02

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-143100

(43)公開日 平成7年(1995)6月2日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 1/00	F	9371-5K		
H 0 4 H 1/00	N			
H 0 4 L 29/02				
		9371-5K	H 0 4 L 13/ 00	3 0 1 B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平5-286376

(22)出願日 平成5年(1993)11月16日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(71)出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72)発明者 山下 周悟

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 富田 義数

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 山田 義人

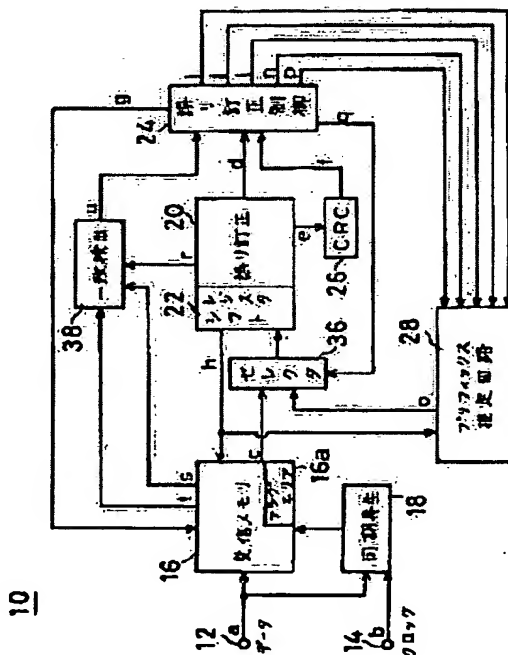
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 誤り訂正制御方法

(57)【要約】

【構成】 データパケットの横方向誤り訂正が成功すると、そのデータパケットの誤り訂正後のデータhに含まれるプリフィックスをプリフィックス推定回路28に保存する。その後、他のデータパケットの横方向誤り訂正が失敗すると、プリフィックス推定回路28に保存されたプリフィックスに基づいて、横方向誤り訂正を失敗したデータパケットのプリフィックスを推定し、プリフィックスを置き換える。そして、横方向誤り訂正を失敗したデータパケットについて再度横方向誤り訂正を行う。

【効果】 横方向誤り訂正の誤り訂正能力が向上する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】データをそれぞれブロック識別情報を含む複数のブロックに分割し、情報記号がそのまま現れる性質を持つ誤り訂正符号によって前記各ブロックを符号化して得られるデータを伝送するデータ伝送装置における誤り訂正制御方法において、

(a) 誤り訂正に失敗したブロックに含まれるべき第1のブロック識別情報を誤り訂正に成功したブロックに含まれる第2のブロック識別情報に基づいて推定し、そして
(b) 再度横方向誤り訂正するようにしたことを特徴とする、誤り訂正制御方法。

【請求項2】縦方向誤り訂正後の横方向誤り訂正に用いられる、請求項1記載の誤り訂正制御方法。

【請求項3】前記ステップ(a)は、前記第2のブロック識別情報を保存し、誤り訂正を失敗したときに前記第2のブロック識別情報に所定値を加えて得た情報を前記第1のブロック識別情報と推定する、請求項1または2記載の誤り訂正制御方法。

【請求項4】前記ステップ(a)は、前記第2のブロック識別情報を保存し、誤り訂正を失敗したブロックに含まれていたブロック識別情報と前記第2のブロック識別情報とを所定の演算式に代入することによって、前記第1のブロック識別情報を推定する、請求項1または2記載の誤り訂正制御方法。

【請求項5】FM多重放送受信機に用いられる、請求項1ないし4のいずれかに記載の誤り訂正制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は誤り訂正制御方法に関し、特にたとえばインタリーブされた複数のブロックによって1フレームが構成されかつ1フレームに含まれる複符号化されたデータを受信する移動体FM多重放送受信機に用いられる、誤り訂正制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図13を参照して、移動体FM多重放送のフレーム構造は、272個のブロック識別符号（以下単に、「BIC」という）と（272、190）短縮化差集合巡回符号で複符号化されたバケットとに分かれる。BICは16ビットで構成され、バケット間およびフレーム間の同期をとるために用いられ、この後に（272、190）短縮化差集合巡回符号で符号化された272ビットのバケットが続く。

【0003】移動体FM多重放送では、（272、190）短縮化差集合巡回符号が複符号化されて用いられているため、1フレームに含まれるバケットには、190個の情報記号（本来のデータ）を符号化したデータバケットと縦方向の190個のデータバケットに対する82個のバリティバケットとが含まれる。データバケットは、190ビットのデータと直前のデータに対する82ビットの（横方向の）バリティとを含む。バリティバケ

2

ットは、縦方向の190ビットのデータに対する（縦方向の）バリティと、横方向と縦方向にかかる（縦横方向の）82ビットのバリティとを含む。バリティバケットは、バースト誤りによる誤り率劣化を防ぐために、複数のデータバケット間にインタリーブされる。

【0004】なお、（272、190）短縮化差集合巡回符号については、受信時の誤りビットが規定値以下の場合、誤り訂正できる（可変閾値判定を用いない場合8ビット以下の誤り訂正ができる）。このようなフレーム構造のデータを受信する移動体FM多重放送受信機の復号回路としては、本件出願人の特開平4-64473号公報によってMPUを介在させて誤り訂正制御を行う方式が、同じく本件出願人の特開平5-115862号公報によってMPUなしで誤り訂正制御を行う方式が、それぞれ提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの技術では、いずれも誤り訂正に限界があった。それゆえに、この発明の主たる目的は、誤り訂正能力がさらに向上する、誤り訂正制御方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明は、データをそれぞれブロック識別情報を含む複数のブロックに分割し、情報記号がそのまま現れる性質を持つ誤り訂正符号によって各ブロックを符号化して得られるデータを伝送するデータ伝送装置における誤り訂正制御方法において、(a) 誤り訂正に失敗したブロックに含まれるべき第1のブロック識別情報を誤り訂正に成功したブロックに含まれる第2のブロック識別情報に基づいて推定し、そして(b) 再度横方向誤り訂正するようにしたことを特徴とする、誤り訂正制御方法である。

【0007】

【作用】たとえば移動体FM多重放送において、データバケットの横方向誤り訂正を失敗した場合には、そのブロックに含まれるべき第1のブロック識別情報を横方向誤り訂正に成功したブロックに含まれる第2のブロック識別情報に基づいて推定する。その推定された第1のブロック識別情報を用いて、横方向誤り訂正を失敗したブロックの横方向誤り訂正を再び行う。推定方法としては、第2のブロック識別情報を保存し、誤り訂正を失敗したときにそれに所定値を加えて得た情報を第1のブロック識別情報と推定したり、誤り訂正を失敗したブロックに含まれていたブロック識別情報と保存しておいた第2のブロック識別情報とを所定の演算式に代入することによって第1のブロック識別情報を推定したりするものがある。また、縦方向誤り訂正後の横方向誤り訂正を失敗した場合にも、先に行った横方向誤り訂正の結果を考慮に入れて、上述と同様、ブロック識別情報を推定する。そのブロック識別情報を用いて、横方向誤り訂正を再び実行する。

【0008】このように推定したプリフィックスを用いて再度の横方向誤り訂正を行えるのは以下の理由による。すなわち、横方向誤り訂正ではCRCの検査を行うため、プリフィックス推定を誤ったとしても誤訂正の確率が極めて低いからである。

【0009】

【発明の効果】この発明によれば、横方向誤り訂正の誤り訂正能力が向上し、パケット誤り率が改善される。この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0010】

【実施例】移動体FM多重放送のデータ構造は、極めて悪い受信条件を考慮して、再送されたデータをパケット単位で入れ換えられるように、図3に示すようにパケット毎にプリフィックスが割り付けられている。また、移動体FM多重放送では、1つのデータグループを、連続する複数のブロックに分割して送る状況が考えられる（以下単に、「状況1」という）。この場合、ブロックのプリフィックスに含まれる情報は、伝送されてくる前後のブロックのプリフィックスのそれと高い相関性を持つ。すなわち、移動体FM多重放送のデータ構造は、運用上の都合から、連続するブロック間のプリフィックスに極めて高い冗長性を持つように設計されている。

【0011】ここで、文字・図形・交通情報符号化方式に用いられるプリフィックス（32ビット）について説明する。図3に示すように、プリフィックスは、4ビットのサービス識別データ、1ビットの復号識別フラグ、1ビットの情報終了フラグ、2ビットの更新フラグ、14ビットのデータグループ番号、および10ビットのデータパケット番号の合計32ビットから構成され、受信機のソフトウェアによってデータの格納時および表示時に利用される。

【0012】このようなプリフィックスの機能、運用時および冗長性について具体的に説明する。

(1) サービス識別データ〔b1～b4：4ビット〕

機能：サービス識別データはb1～b4の4ビットからなり、番組内容の種別（文字・図形・交通情報、付加情報、補助信号、運用信号）と伝送モードのバイナリー値とで示され、あわせてデータパケット構成を指定する。

【0013】運用時：各データグループにそれぞれ固有のサービス識別データが割り当てられている。

冗長性：状況1では、データグループが変わらない限り、各データブロックb1～b4には同じ値が入る。

(2) 復号識別フラグ〔b5：1ビット〕

機能：復号識別フラグはb5の1ビットからなり、誤り訂正回路が横方向のみの復号でデータを即出力する場合は「1」とし、横縦横の復号後に出力する場合は「0」とする。

【0014】運用時：各データグループに固定的に割り

付けられる。

冗長性：状況1では、データグループが変わらない限り、各データブロックに同じ値が入る。

(3) 情報終了フラグ〔b6：1ビット〕

機能&運用時：情報終了フラグはb6の1ビットからなり、或るデータグループ番号で伝送するデータグループが終了する場合は「1」とし、その他の場合は「0」とする。

【0015】冗長性：状況1では、データグループに含まれるほとんどのデータブロック内のb6は「0」である。

(4) 更新フラグ〔b7, b8：2ビット〕

機能&運用時：更新フラグはb7およびb8の2ビットからなり、或るデータグループ番号で伝送するデータグループが更新された場合は1インクリメントして送出し、更新されていない場合は、前回送出した更新フラグと同じフラグで送出する。

【0016】冗長性：状況1では、同じデータグループ内では同じ値をとる。

(5) データグループ番号〔b9～b22：14ビット〕

機能&運用時：データグループ番号はb9～b22の14ビットからなり、データグループが送出される際に割り当てられるデータグループ番号を示す。ただし、互いにリンクするデータグループを送出する際は、昇順に連続するデータグループ番号を割り当てる。どのデータグループのパケットかを識別する。

【0017】冗長性：状況1では、同じデータグループ内では同じ値をとる。

(6) データパケット番号〔b23～b32：10ビット〕

機能&運用時：データパケット番号はb23～b32の10ビットからなり、各データグループ番号毎に伝送するデータパケット番号を示す。データグループ内でのデータパケットの位置がわかる。データパケット番号は「0」から昇順に割り当てる。

【0018】冗長性：同じデータグループ内では、次にくるデータパケット番号は1大きくなる。

以上のように、移動体FM多重放送では、1つのデータグループを連続する複数のデータグループに分割して送る状況が考えられるが、この場合プリフィックス部には前後のデータブロックから見ると冗長となる部分が発生する。一方、(272, 190)短縮化差集合巡回符号はその名の通り巡回符号の性質を受け継ぎ、272ビット中の前半190ビットに情報記号がそのまま現れるという特徴を持つ。したがって、先に述べた前後のデータブロック間において冗長を持つプリフィックス部は、受信時、復号後どちらの段階でもその冗長性を利用可能である。

【0019】そこで、本件の誤り訂正制御方法は、本来利用可能なこの冗長部を有効に利用するものである。図

5

1に、この発明の誤り訂正制御方法を実現するFM多重放送受信機10を示す。FM多重放送受信機10は、端子12および14を含む。端子12から受信され、デジタルデータに復調されたFM多重データ信号aは、受信メモリ16および同期再生回路18に入力される。また、端子14から入力されかつFM多重データ信号aと同期したクロック信号bは、同期再生回路18に入力される。同期再生回路18によってブロック同期およびフレーム同期が再生され、受信データaは同期再生回路18から出力される同期情報に基づいて受信メモリ16上に書き込まれる。受信メモリ16はフラグエリア16aを含み、フラグエリア16aには、各パケットの復号の成否（横方向誤り訂正の成否）を記憶するフラグデータt（後述）が格納される。

【0020】全てのパケットに対してまず横方向の誤り訂正が行われる。すなわち、誤り訂正回路20に含まれるシフトレジスタ22に、受信メモリ16から該当するデータcがアップロードされ、誤り訂正が実行される。シフトレジスタ22はデータcを一旦記憶するためにも使用される。誤り訂正回路20は、272ビットのシフトレジスタ22、82ビットのシンドロームレジスタおよび多数決論理回路（図示せず）等によって構成され、誤り訂正を実行する。誤り訂正の結果信号dは誤り訂正制御回路24に入力される。ここで、結果信号dは、誤り訂正が成功したときにハイレベルとなり、失敗したときにローレベルとなる。

【0021】また、誤り訂正回路20からCRC回路26には誤り訂正後のデータeが入力され、CRC符号による訂正結果の誤り検出が行われる。このCRCの結果信号fは誤り訂正制御回路24に入力される。このとき、結果信号fは、訂正結果に誤りが検出されなかったときにハイレベルとなり、誤りが検出されたときにローレベルとなる。誤り訂正制御回路24は、誤り訂正の結果信号dとCRCの結果信号fとを受け取り、両方ともエラーなしと判断された（復号を成功した）場合、すなわち両方ともハイレベルの場合のみ信号gを出すことによって、誤り訂正結果の272ビットのデータhを受信メモリ16にダウンロードする。

【0022】この際、誤り訂正制御回路24は、誤り訂正およびCRCにおいて誤りなしと判断しパケットがデータパケットである場合には、シフトレジスタ22中のプリフィックスのロードを指示するクロックパルス信号1をプリフィックス推定回路28に送ることによって、シフトレジスタ22から受信メモリ16にダウンロード中の誤り訂正後のパケットhのプリフィックスのみを、プリフィックス推定回路28内のシフトレジスタ30（図2）にダウンロードする。プリフィックス推定回路28内の10ビットのカウント32へのロード信号jは、クロックパルス1の32発目が終わった直後にハイレベルとなり、シフトレジスタ30の初段（1段目）か

6

ら10段目までのレジスタ値kによって構成されるプリフィックスのデータパケット番号をカウンタ32へロードする（図4参照）。したがって、カウンタ32のカウント値（図6）は、データパケット番号を示す。

【0023】そして、プリフィックスの推定は、このダウンロードされたプリフィックスを基に行う。すなわち、誤り訂正制御回路24においてデータパケットに対する復号を失敗したと判断した場合（誤り訂正の結果出力dとCRCの結果出力fとを受け取り、少なくとも1つが誤っている場合は誤り訂正すなわち復号を失敗したと判断する。）、誤り訂正制御回路24はカウンタ32にカウントアップ信号1を送る（図6参照）。なお、データグループ番号等、各データパケット間に共通のプリフィックス成分を有する部分は、シフトレジスタ30の11段目から32段目に保存されている。

【0024】データパケットの復号に失敗した際のプリフィックス推定による誤り訂正は、このプリフィックス推定回路28内に蓄えられているプリフィックスの値を復号を失敗したデータパケットのプリフィックスと置き換える以下の動作によって行われる。すなわち、誤り訂正制御回路24は、シフトレジスタ30の11段目から32段目までのレジスタ値kとカウンタ32からのカウント値mとをP/S変換回路34にロードするためのロード信号nを、P/S変換回路34に送る。その後、復号を失敗したデータパケットを受信メモリ16からシフトレジスタ30にアップロードするタイミングに同期して、P/S変換回路34から1ビットずつシリアルデータoを出力するため、誤り訂正制御回路24はP/S変換回路34にパルスpを出力する。これを受けたP/S変換回路34は、推定されたプリフィックスのシリアルデータoをセレクタ36に出力する。また、誤り訂正制御回路24は、ビット1～32の間はプリフィックス推定回路28からのシリアルデータ（推定値）oを通しかつビット33～272の間は受信メモリ16からのデータcを逐次切り換え信号qをセレクタ36に出力する（図5参照）。

【0025】その後、このように誤り訂正回路20にロードされたデータに対し誤り訂正を施す。プリフィックス推定による誤り訂正を成功した場合には、シフトレジスタ22からデータhを受信メモリ16にダウンロードする。このとき、プリフィックス推定によらないで誤り訂正を成功した場合と同様に、データhに含まれるプリフィックスをシフトレジスタ30にもダウンロードするが、プリフィックス推定による誤り訂正を失敗した場合には、誤り訂正制御回路24はカウンタ32をカウントアップするカウントアップ信号1を出さない。なお、誤り訂正を失敗した場合は、誤り訂正制御回路24は受信メモリ16中のフラグエリア16aに、復号失敗を示す「1」のフラグデータtを格納する。復号に成功した場合には、フラグデータtは「0」を示す。

【0026】このような横方向誤り訂正で、フレーム内のデータバケットの1つでも誤り訂正を失敗している場合には、以下のように縦方向誤り訂正を実行する。同期再生回路18によって次のフレームの先頭バケットに到達したことが検出されると、縦方向の誤り訂正が実行される。縦方向に読み出されたデータcが、セクタ36を通り誤り訂正回路20に入力され、横方向と同様に誤り訂正が実行される。縦方向誤り訂正時には、セクタ36は常にデータcを選択するように固定されている。訂正終了後、誤り訂正の結果信号dが誤り訂正制御回路24に入力される。また、縦方向誤り訂正後のデータrは一致検出回路38に入力される。また一致検出回路38には、受信メモリ16に格納されている横方向誤り訂正後のデータが縦方向に読み出されて（このデータをsとする）与えられるとともに、各データsが所属するデータバケットのフラグデータt（横方向誤り訂正の成否を示す）が、フラグエリア16aから読み出されてそれぞれ与えられる。

【0027】一致検出回路38では、誤り訂正回路20からのデータrと受信メモリ16からのデータsとの一致を、フラグデータtに従って判定する。すなわち、一致検出回路38は、データsのうちで行った横方向誤り訂正を成功したデータとデータrとが全て一致するかを判定し、一致検出信号uを誤り訂正制御回路24に出力する。全て一致する場合には、一致検出信号uはハイレベルとなり、そうでない場合にはローレベルとなる。誤り訂正制御回路24では、縦方向誤り訂正の結果信号dと一致検出信号uとの論理和をとることによって、縦方向誤り訂正が正しく行われたかどうかを判定する。誤り訂正制御回路24は、正しく誤り訂正された場合についてのみハイレベルの信号gを出力し、誤り訂正後のデータhを受信メモリ16にダウンロードする。

【0028】縦方向誤り訂正後の横方向誤り訂正は、基本的には最初の横方向誤り訂正を失敗したデータバケットに対して行われる。すなわち、受信メモリ16内に格納されるフラグデータtを見て、横方向誤り訂正を失敗したデータバケットに対して誤り訂正を行う。なお、このときのプリフィックス推定回路28でのプリフィックス推定は、最初の横方向誤り訂正において誤り訂正を失敗したデータバケットの直前に存在しかつ誤り訂正を成功したデータバケットのプリフィックスを受信メモリ16からプリフィックス推定回路28に直接ロードして行*

*ってもよいが、この場合さらに回路を付加しなければならない。そこで、移動体FM多重放送の伝送レートが誤り訂正処理時間に比べて非常に長い点に鑑み、この実施例では、通常の横方向誤り訂正と同様に、誤り訂正用のシフトレジスタ22に一旦データcをアップロードし誤り訂正を行った後、データhに含まれるプリフィックスを推定回路28に入力することによって実現する。このようにして回路規模を削減する。

【0029】このように処理できる理由は、横方向誤り訂正を失敗したデータバケットの直前に存在しかつ誤り訂正を成功したデータバケットの誤り訂正は、必ず成功するので、誤り訂正制御回路24からプリフィックス推定回路28には、常にシフトレジスタ22からデータh中のプリフィックスをロードするためのロードパルスiおよびロード信号jが与えられるからである。

【0030】なお、図6において、第1段目に示す(B1C)で“ダッシュ”(‘)が付されているものはプリフィックス推定したものを示す。第2段目のデータバケット識別は、データバケットかバリディバケットかを示し、ハイレベルの場合にはデータバケットを、ローレベルの場合にはバリディバケットを示す。また、カウンタ32は、ロードパルスiまたはカウントアップ信号1に応じてカウントアップしていく。

【0031】このようにして、縦方向誤り訂正後の横方向誤り訂正は最初の横方向誤り訂正と同様に実行することができる。なお、図1のFM多重放送受信機10では、横方向誤り訂正でCRC検査を行うため、プリフィックス推定を誤ったとしても誤訂正の確率は極めて低いので、推定したプリフィックスを用いての再度の横方向誤り訂正が可能となるのである。

【0032】このような誤り訂正制御方式によれば、横方向の誤り訂正能力が向上する。たとえば、(272、190)短縮化差集合巡回符号の誤り訂正能力が272ビット中tビット以下の誤りに対し100%訂正でき、(t+1)ビット以上は訂正を失敗すると仮定した場合には、m個の誤りを含みかつpビットのプリフィックスを含むバケットに対し横方向誤り訂正を適用することによって訂正できる確率Pe(t, m, p)は、数1によって表される。

【0033】

【数1】

$$P_e(t, m, p) = \frac{\sum_{i=0}^{m-t} C_p^i \times \binom{272-p}{m-i}}{\binom{272}{m}}$$

【0034】なお、数1は、プリフィックス推定できる場合の確率である。t=8、p=32の場合と仮定して、具体的に計算すると、

$$P_e(8, 9, 32) = 0.68$$

$$P_e(8, 10, 32) = 0.33$$

$$P_e(8, 11, 32) = 0.12$$

9

$P_e(8, 12, 32) = 0.03$

となる。

【0035】また、 $t=11$ 、 $p=32$ の場合と仮定して、具体的に計算すると、

$P_e(11, 12, 32) = 0.78$

$P_e(11, 13, 32) = 0.47$

$P_e(11, 14, 32) = 0.22$

$P_e(11, 15, 32) = 0.08$

となる。このように横方向の誤り訂正能力が向上する。

【0036】なお、プリフィックス推定回路28をマイクロコンピュータと置換すれば、より高度なプリフィックス推定が可能となる。図1に示す実施例は、状況1を想定して構成された回路である。一方、後述する状況2を想定する場合には、同じデータグループに属するパケットの伝送間隔がほとんどの場合等しいと伝送規格で定められている場合にのみ、プリフィックス推定回路28を伝送間隔に相当する数だけ並列させ、各々のプリフィックス推定回路28内に対する上述の処理を伝送間隔毎に行うことによって実現できる。

【0037】上述の図1実施例は、専用ハードウェアを構成した場合であるが、マイクロコンピュータによって受信メモリ16を直接アクセスできかつハードウェアの受信状況信号および誤り訂正状況信号を取り込めるようにしたFM多重放送受信機でも、図1実施例と同様の効果を得ることができる。図7にそのFM多重放送受信機10'を示す。このようなFM多重放送受信機10'を構成できるのは以下の理由による。

【0038】すなわち、移動体FM多重放送の伝送レートは16Kbpsであるから、1パケットの復号およびデータの取り込み等の作業に割ける時間は、各々18ミリ秒、25ミリ秒である。復号制御にかかる時間を考慮すると、データパケットの取り込みやプリフィックスの類推および置換作業に割ける時間は20ミリ秒であると考えられる。現在のマイクロコンピュータの処理速度から考えると、十分すぎるほどの時間が与えられていることになるからである。

【0039】マイクロコンピュータによって誤り訂正が制御されるFM多重放送受信機10'について説明する。図7に示すように、FM多重放送受信機10'は端子12および14を含む。端子12から受信された受信データa'は、受信メモリ16および同期再生回路18に入力される。また、端子14から受信されかつ受信データa'と同期したクロック信号b'は同期再生回路18に入力される。同期再生回路18によってブロック同期およびフレーム同期が再生される。受信データa'は、この同期再生回路18から出力される同期情報およびブロック番号に基づいてメモリ16内に書き込まれる。受信メモリ16に格納されたパケットの復号は、マイクロコンピュータ40に含まれるCPU42の制御に基づいて行われる。

10

【0040】CPU42は、これから誤り訂正をしようとするパケットの現在の状況を示す状況データd'を見て、復号処理の有無を判断する。状況データd'は、最初の横方向誤り訂正時にはフレーム同期情報およびブロック同期情報、縦方向誤り訂正時にはフレーム同期情報、および縦方向誤り訂正後の横方向誤り訂正では最初の横方向誤り訂正結果を含む。そして、復号すると判断した場合には、横方向誤り訂正と縦方向誤り訂正との区別およびこれから訂正しようとするパケット番号もしくはフレーム内の縦方向の列を示すデータe'を復号回路46に指定する。

【0041】復号回路46は受信メモリ16から指定されたデータf'を読み込み、復号処理（すなわち、誤り訂正とCRC検査）を実行する。横方向の復号が成功した場合には、復号後のデータg'を受信メモリ16上の復号前のデータに上書きするとともに、誤り訂正が成功したことを示す信号h'を受信メモリ16上のフラグエリア16aに設けられたそのパケットに対する状況情報記憶領域に書き込む。一方、横方向の復号を失敗した場合には、復号後のデータg'は受信メモリ16には書き込まれないが、そのパケットに対する状況情報記憶領域に誤り訂正を失敗したことを示すデータh'を書き込む。

【0042】CPU42では、この状況情報記憶領域に格納された復号の成否を示すフラグh'および受信メモリ16上のプリフィックス部（図示せず）を見ながら、プリフィックス推定を行う。すなわち、CPU42が復号処理後に受信メモリ16上の状況情報記憶領域を見てパケットに対する横方向の復号を失敗したことを検知した場合には、訂正を失敗したパケットのプリフィックスを一旦CPU42に付随するワークメモリ44に退避（j'で示す）した上で、以下に示すプリフィックス推定アルゴリズムに従い、訂正を失敗したパケットのプリフィックスを、推定されたプリフィックスと置き換える。

【0043】このような操作の後、再び誤り訂正を実行する。この復号を成功した場合には、復号後のデータg'を受信メモリ16上の復号前のデータに上書きするとともに誤り訂正が成功したことを示すフラグh'を受信メモリ16上のそのパケットに対する状況情報記憶領域に書き込む。また、この復号を失敗した際には、復号後のデータは受信メモリ16には書き込まれないが、そのパケットに対する状況情報記憶領域に誤り訂正を失敗したことを示すフラグh'を書き込むとともに、CPU42に付随したワークメモリ44に退避しておいた以前のプリフィックスを受信メモリ16の対応するプリフィックス部に書き込む。なお、ワークメモリ44には、後述する推定値算出用テーブルや変数xが格納される。

【0044】このようなFM多重放送受信機10'の動作を、図8～図13を参照して説明する。ここで、プリ

フィックス推定アルゴリズムを用いてプリフィックスを推定し、誤り訂正する方法は、最初の横方向誤り訂正を失敗したデータバケットと縦方向誤り訂正後の横方向誤り訂正を失敗したデータバケットとに対して適用される。

【0045】プリフィックスの推定手法には、以前に伝送されてきて復号を成功したデータバケットからプリフィックスを推定する前方向推定がある。また、現時点の復号に成功したデータバケットを起点にして、以前に送られてきたが復号を失敗したデータバケットのプリフィックスを推定する後方向推定がある。前方向推定に伴う誤り訂正は現時点の復号を失敗した際に行われ、後方向推定に伴う誤り訂正は現時点の復号を成功した際に行われる。なお、プリフィックス推定は前方向推定だけを使用しても、後方向推定だけを使用しても何ら問題はな

い。【0046】この実施例では、前方向推定によるプリフィックス推定を適用する。まず、プリフィックス推定について説明する。プリフィックス推定を伴う誤り訂正では、誤り訂正能力はプリフィックスの推定能力に負うところが大きい。したがって、データグループ1に属するバケットとデータグループ2に属するバケットとが交互に送られてくる場合等の歪な伝送形態をとる場合（状況2）には、どのデータグループに属するバケットが伝送されてくるかを正確に類推せねばならない。

【0047】過去に誤り訂正を成功したデータバケットからプリフィックスの推定を行うプリフィックス推定では、最後に誤り訂正を成功したバケットに対するデータバケット番号（以下単に、「 $d p n$ 」という）、データグループ番号等の $d p n$ 以外のプリフィックス成分（以下単に、「 $d p s$ 」という）およびデータバケット位置番号（以下単に、「 $f r p$ 」という）を用い、さらに同じデータグループの伝送間隔（以下単に、「 $i n c$ 」という：バケット単位）を算出することによって、現時点のプリフィックスを推定する。 $f r p$ は同一フレーム内でのデータバケットの位置を示し、1～190を示す。

【0048】ここで $i n c$ は次のようにして求められる。たとえば現時点で誤り訂正を成功した $d p s = A$ のバケットの $d p n = d p n_{A1}$ 、 $f r p = f r p_{A1}$ とし、これより以前に誤り訂正を成功した $d p s = A$ なるバケットの $d p n = d p n_{A2}$ 、 $f r p = f r p_{A2}$ とした場合、 $d p s = A$ なるバケットの $i n c$ である $i n c_A$ は次式より求められる。

【0049】

【数2】

$$i n c_A = \frac{f r p_{A2} - f r p_{A1}}{d p n_{A2} - d p n_{A1}}$$

【0050】なお、 $i n c$ が定まっているような伝送プロトコルを持つ系では、 $i n c$ として予め定められた値

のみを使用するため、数2のような $i n c$ 算出は必要ない。実際のプリフィックスの推定は、各 $d p s$ に対して上述の操作によって得られた表1のような推定値算出用テーブルを用いて行われ、たとえば状況2では以下の手順で行われる。

【0051】

【表1】

推定値算出用テーブル

$d p s$	$d p n$	$f r p$	$i n c$
A	5	15	+2
B	15	16	+2

【0052】まず、横方向誤り訂正を失敗したデータバケット位置番号 $f r p_i$ のデータバケットに対しプリフィックス推定を行うには、データバケット位置番号 $f r p_i$ のデータバケットが推定値算出用テーブルのどの行の $d p s$ に属するかを、推定値算出用テーブルに数3を用いて選定する。

【0053】

【数3】 $(f r p_i - f r p_1) \bmod i n c_i = 0$
($i = A, B, \dots$)

数3を満足する $f r p_i$ および $i n c_i$ を持つ行の $d p s$ が求める $d p s$ である。 $d p s$ が定まると推定値算出用テーブルの選ばれた行（ $d p s$ ）の $d p n$ 、 $f r p$ を数4に適用することによって、誤ったバケットの $d p n_i$ が定まる。

【0054】

【数4】

$$d p n_x = d p n + \frac{f r p_x - f r p}{i n c}$$

【0055】このようにして推定した $d p s_i$ を、訂正を誤ったバケットのプリフィックスと置き換えた後に、再び誤り訂正を行う。次いで、表1に示す推定値算出用テーブルの更新について説明する。プリフィックスの推定の確度を上げるためには、推定値算出用テーブルの正確さを常に保つ必要がある。このため推定値算出用テーブルは、データバケットの誤り訂正をする毎に逐次更新する必要がある。

【0056】推定値算出用テーブルの更新には、①～⑤の処理が含まれる。

① テーブル内の行削除

或るデータバケットに対し誤り訂正が成功しかつそのバケットの情報終了フラグ（b6）に「1」が当たっているときには、そのバケットと同じ $d p s$ を持つ推定値算出用テーブルの行を削除する必要がある。このとき、推定値算出用テーブルに含まれる他の $d p s$ の $i n c$ は各々現在の $i n c$ に「-1」した値に更新する。ただし、誤り訂正が成功しかつそのバケットの情報終了フラグに

「1」がたっているとき、推定値算出用テーブル内に同じdpsがなければ、そのバケットに関するデータは推定値算出用テーブルには登録されない。

【0057】② テーブル内の行挿入

情報終了フラグ(b6)が「0」でかつ誤り訂正を成功したバケットのdpsが推定値算出用テーブルに登録されていない場合には、このdpsをテーブルに登録する。このとき、推定値算出用テーブルに含まれる他のdpsのincは各々現在のincに「+1」した値に更新される。また、新たに登録されたdpsに対するincには、システムに定められた値すなわちシステムデフォルトを使用する。

【0058】③ テーブル内の行更新

情報終了フラグ(b6)が「0」でかつ誤り訂正を成功したバケットのdpsが推定値算出用テーブルに登録されている場合には、推定値算出用テーブルに登録されているdpsのデータと誤り訂正を成功したバケットのデータとを数2に代入することによって新しいincを算出する。その後、推定値算出用テーブルのincを算出されたincに更新するとともに、dpsおよびfrpをそれぞれ誤り訂正を成功したバケットのdpsおよびfrpに更新する。なお、frpの最大値はこの実施例では190であることはいうまでもない。

【0059】④ frp項のデクリメント

連続するフレーム間でのfrpの連続性の確保は、1フレームの復号操作を終了する毎にテーブル内の各frp値から190を引くことによって実現できる。特に、データグループの存在領域が2以上のフレーム間にまたがっている場合に必要となる。

【0060】⑤ 負のfrp項の削除

フレーム間では復号操作の後戻りができないシステムでは、④を実行する前に負のfrpを取り除くことが望ましい。次いで、このようなFM多重放送受信機10'の動作を説明する。まず、図8に示すステップS1において、電源投入後、推定値算出用テーブルをクリアして初期化する。次いで、ステップS3において横方向誤り訂正を実行する。横方向誤り訂正は図9に示すように、まず、ステップS1aにおいて変数x=0とする。変数xは、誤り訂正を行うバケットすなわちブロックのフレーム内での位置を示し、フレーム内の1番上のブロックが変数x=0で示され、下に進むに従って変数xは1ずつインクリメントされていく。そして、ステップS3aにおいて、変数x<272か否かが判断され、変数x<272であればまだフレーム内の全てのバケットについて横方向誤り訂正を行っていないとして、ステップS5aに進む。ステップS5aにおいて、横方向誤り訂正を実行した後、ステップS7aにおいて、横方向誤り訂正を行ったバケットがデータバケットであるか否かが判断される。データバケットでなければステップS9aにおいて変数xを「1」インクリメントし(x=x+1)、ス

テップS3aに戻る。

【0061】一方、ステップS7aにおいて、データバケットであると判断されれば、ステップS11aに進む。ステップS11aにおいて、誤り訂正が成功したか否かが判断され、誤り訂正を成功していなければ、ステップS13aに進み、プリフィックス推定を行う。プリフィックス推定では、まず図10に示すステップS1bに示すように、推定値算出用テーブル内の全てのdpsについて検索したか否かが判断される。すなわち、現在誤り訂正に失敗したデータバケットが、推定値算出用テーブル内のどのdpsに所属するかについて、推定値算出用テーブル内の全てのdpsについて検索したか否かを判断する。推定値算出用テーブル内の全てのdpsについて検索した場合には、図9に示すステップS9aに進む。推定値算出用テーブルがクリアされている場合も同様である。

【0062】一方、ステップS1bにおいて、推定値算出用テーブル内の全てのdpsについて検索していなければ、ステップS3bに進み、推定値算出用テーブル内の各所定のdpsのfrp、dps、incを数3および数4に代入するために読み出し、ステップS5bに進む。ステップS5bにおいて数3を満足したか否かが判断される。数3を満足していなければステップS1bに戻り、数3を満足していればステップS7bに進む。ステップS7bにおいて、数4によってdpsを推定し、推定されたdpsおよびdpsを、誤り訂正に失敗したデータバケットのプリフィックスと置き換えた後、ステップS9bに進み、再び横方向誤り訂正を実行する。そして、ステップS11bにおいて、誤り訂正に成功したか否かが判断される。誤り訂正に成功していなければ、ステップS1bに戻る。すなわち、この場合には、推定値算出用テーブル内の他のdpsのデータを用いて横方向誤り訂正が成功するまでステップS1bないしS11bの処理が繰り返される。一方、ステップS11bにおいて、誤り訂正が成功したと判断されれば、ステップS13bに進み、推定値算出用テーブルが更新される。

【0063】推定値算出用テーブルの更新では、まず図11に示すステップS1cにおいて、情報終了フラグ=1であるかが判断される。情報終了フラグ=1であれば、ステップS5cにおいて、上述の①が実行される。情報終了フラグ=1でなければ、ステップS3cに進む。ステップS3cにおいて、推定値算出用テーブル内に、横方向誤り訂正に失敗したデータバケットが所属するdpsと同じdpsがあるか否かが判断され、同じdpsがなければステップS7cにおいて上述の②を実行する。ステップS3cにおいて同じdpsがあれば、ステップS9cにおいて上述の③を実行する。このようにして、図11の処理が終了すると、図10のステップS13bのテーブルの更新も終了し、図9のステップS13aのプリフィックス推定も終了する。

【0064】図9に戻って、ステップS11aにおいて誤り訂正に成功していれば、ステップS15aにおいて推定値算出用テーブルを更新する。この推定値算出用テーブルの更新では、図11に示す処理が行われ、ステップS9aに進む。そして、ステップS9aにおいて変数 x を「1」インクリメントした後、ステップS3aに戻る。ステップS3aにおいて、 $x \geq 272$ になれば横方向誤り訂正をフレーム内の全てのバケットについて終了したとして、図8に示すステップS5に進む。

【0065】図8に示すステップS5において全データバケットの誤り訂正が成功したかが判断され、誤り訂正に成功していなければ、ステップS7に進み、縦方向誤り訂正を実行する。そして、ステップS9において、退避していた推定値算出用テーブルを、ステップS11での横方向誤り訂正時に用いるためにコピーする。このとき、推定値算出用テーブルをまだ退避させておらず、すなわち退避テーブルの内容がクリアされた状態であってもその退避テーブルがコピーされる。そして、ステップS11において、横方向誤り訂正が実行される。

【0066】ステップS11に示す横方向誤り訂正は、図12に示すように処理される。図12に示すステップS1dにおいて、変数 $x = 0$ とする。ステップS3dにおいて、 $x < 272$ であれば、ステップS5dに進む。ステップS5dにおいて、既に誤り訂正は成功しているか否かが判断される。まだ誤り訂正が成功していなければ、ステップS7dにおいてそのバケットはデータバケットか否かが判断される。データバケットであれば、ステップS9dにおいて、横方向誤り訂正を実行した後、ステップS11dに進む。ステップS11dにおいて、横方向誤り訂正が失敗していれば、ステップS13dにおいてプリフィックスを推定した後、ステップS17dに進む。

【0067】一方、ステップS11dにおいて横方向誤り訂正に成功した場合、およびステップS5dにおいて既に誤り訂正が成功している場合には、それぞれステップS15dに進み、推定値算出用テーブルを更新し、ステップS17dに進む。ステップS17dにおいて、 $x = x + 1$ とし、ステップS3dに戻る。ステップS3dにおいて $x < 272$ である限り、上述の処理を繰り返し、 $x \geq 272$ になれば、図8のステップS13に進む。また、図8に示すステップS5において、1フレーム内の全てのデータバケットに対する誤り訂正に成功している場合には、縦方向誤り訂正および縦方向誤り訂正後の横方向誤り訂正を行う必要がないので、ステップS13に進む。

【0068】ステップS13において、推定値算出用テーブル内の負の $f r p$ 要素を削除し、推定値算出用テーブル内の各 $f r p$ 値から190を引く。このように、推定値算出用テーブル内の負の $f r p$ 要素を削除するのは、削除する前に既に負の $f r p$ を持つデータグループ

は、これから復号を行おうとするフレームからみると2つ前のフレームとなるためプリフィックス推定にはあまり役に立たないからである。推定値算出用テーブル内の負の $f r p$ 要素を削除した後、推定値算出用テーブル内の各 $f r p$ から190を引くのは、連続するフレーム間の $f r p$ 値の連続性を確保するためである。次いで、ステップS15において、推定値算出用テーブルを退避する。ステップS13の後、ステップS15において推定値算出用テーブルを退避するのは、縦方向誤り訂正後の横方向誤り訂正におけるプリフィックス推定に、退避した推定値算出用テーブルを使用するためである。そして、ステップS17において、次のフレームに進み、ステップS3に戻る。なお、ステップS3の横方向誤り訂正時に用いられる推定値算出用テーブルは、ステップS15において退避の対象となった推定値算出用テーブルすなわちオリジナルの推定値算出用テーブルである。

【0069】なお、図7に示すFM多重放送受信機10'において、誤り訂正後にバケットの全データを受信メモリ16に上書きする誤り訂正制御手法を用いる場合には、プリフィックスだけではなくバケット全体をワークメモリ44に格納する必要があることはいうまでもない。また、上述の各実施例において、復号を失敗したデータバケットのプリフィックスの推定は、直前に復号を成功したデータバケットのプリフィックスに基づいて行うものに限定されない。すなわち、データバケットの復号を失敗と判断した場合、その前後で誤り訂正を成功したデータバケットのプリフィックス（前のデータバケットのプリフィックスのみでも可能）から、復号を失敗したデータバケットのプリフィックスを推定するようにしてもよい。

【0070】さらに、上述の実施例では、(272, 190)短縮化差集合巡回符号が積符号化されたたとえばFM多重放送受信機に適用した場合について述べたが、それに限定されないことはいうまでもない。また、上述の各実施例では、FM多重放送受信機にこの発明の誤り訂正制御方法を適用した場合について述べたが、これに限定されず、情報記号がそのまま現れる性質を持つ誤り訂正符号によって各ブロックを符号化して得られるデータを伝送するデータ伝送装置であれば、この発明の誤り訂正制御方法を適用できることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示すブロック図である。

【図2】プリフィックス推定回路を示すブロック図である。

【図3】移動体FM多重放送のプリフィックスの構造を示す図解図である。

【図4】プリフィックス推定回路のロードタイミングを示すタイミング図である。

【図5】プリフィックスの置き換えタイミングを示すタイミング図である。

17

18

【図6】誤り訂正の動作タイミングを示すタイミング図である。

【図7】この発明の他の実施例を示すブロック図である。

【図8】図7実施例のメインルーチンを示すフロー図である。

【図9】図8実施例の横方向誤り訂正の誤り訂正ルーチンを示すフロー図である。

【図10】図8実施例におけるプリフィックス推定ルーチンを示すフロー図である。

【図11】図8実施例における推定値算出用テーブルの更新ルーチンを示すフロー図である。

【図12】縦方向誤り訂正後の横方向誤り訂正の誤り訂正ルーチンを示すフロー図である。

【図13】移動体FM多重放送のフレーム構造を示す図

解図である。

【符号の説明】

10, 10' ... FM多重放送受信機

16 ... 受信メモリ

18 ... 同期再生回路

20 ... 誤り訂正回路

22 ... シフトレジスタ

24 ... 誤り訂正制御回路

26 ... CRC回路

10 28 ... プリフィックス推定回路

36 ... セレクタ

38 ... 一致検出回路

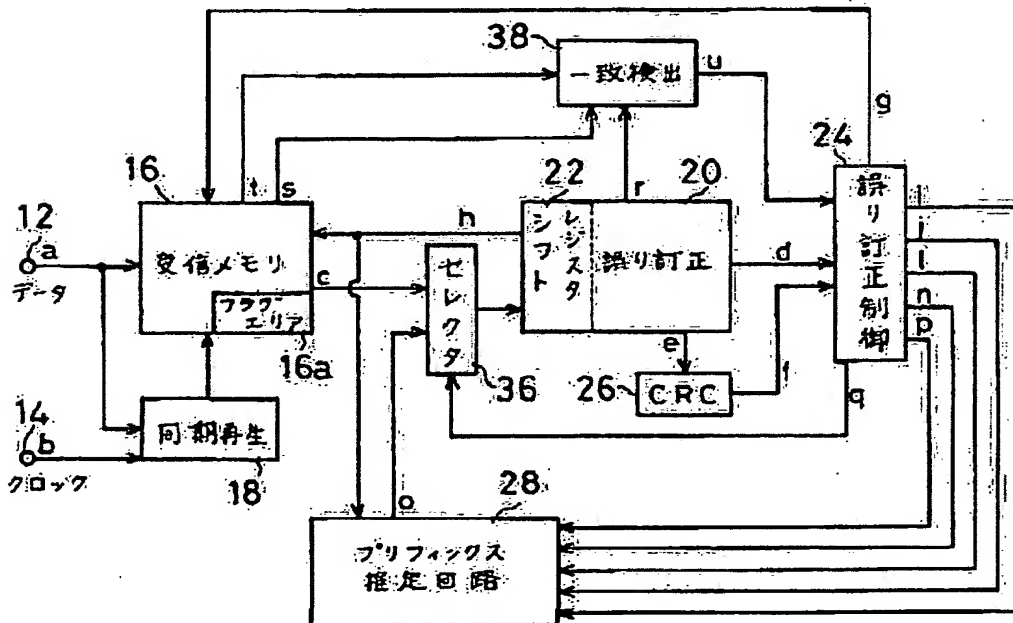
40 ... マイクロコンピュータ

42 ... CPU

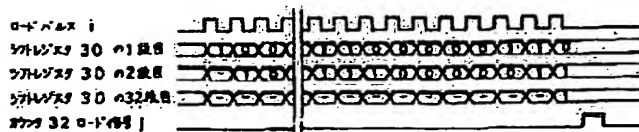
44 ... ワークメモリ

【図1】

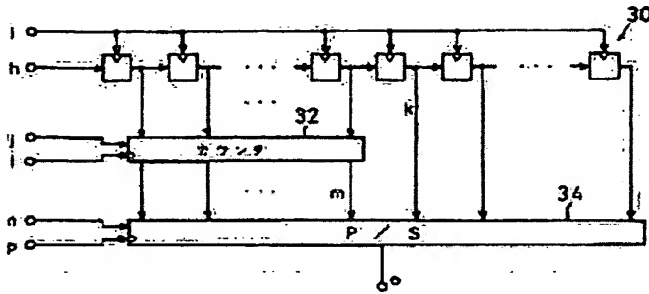
10



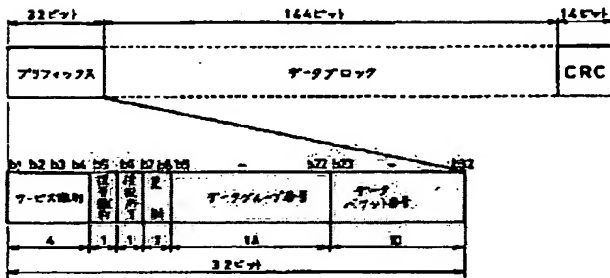
【図4】



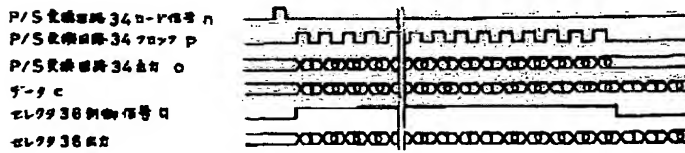
【図2】



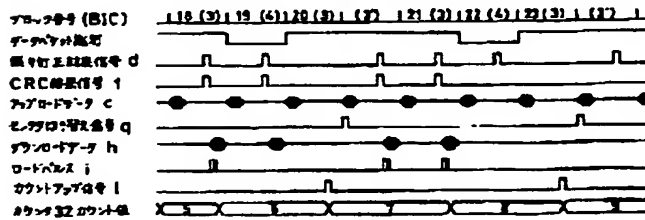
【図3】



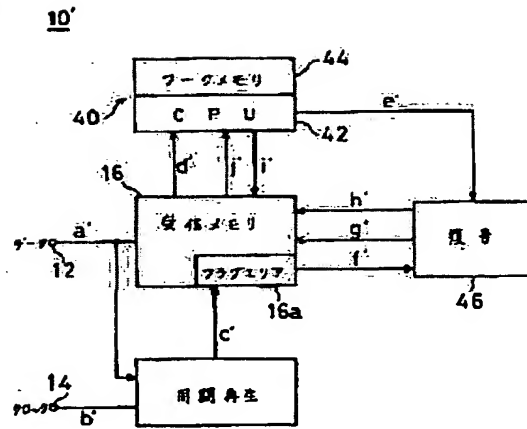
【図5】



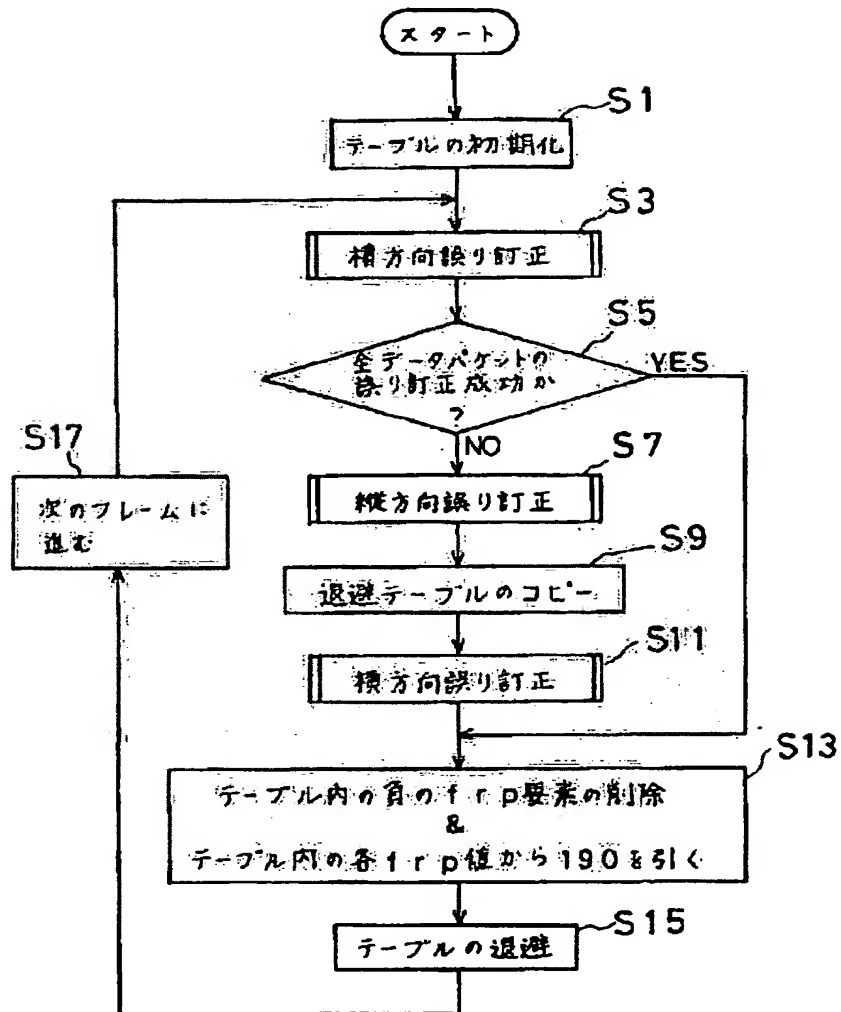
【図6】



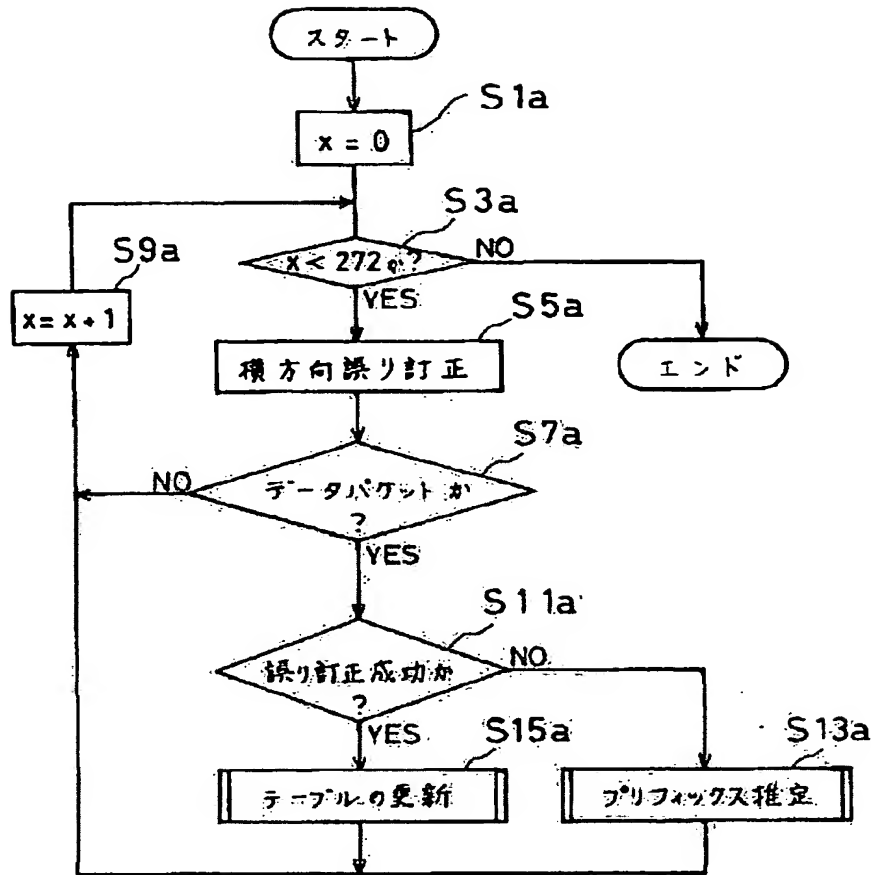
【図7】



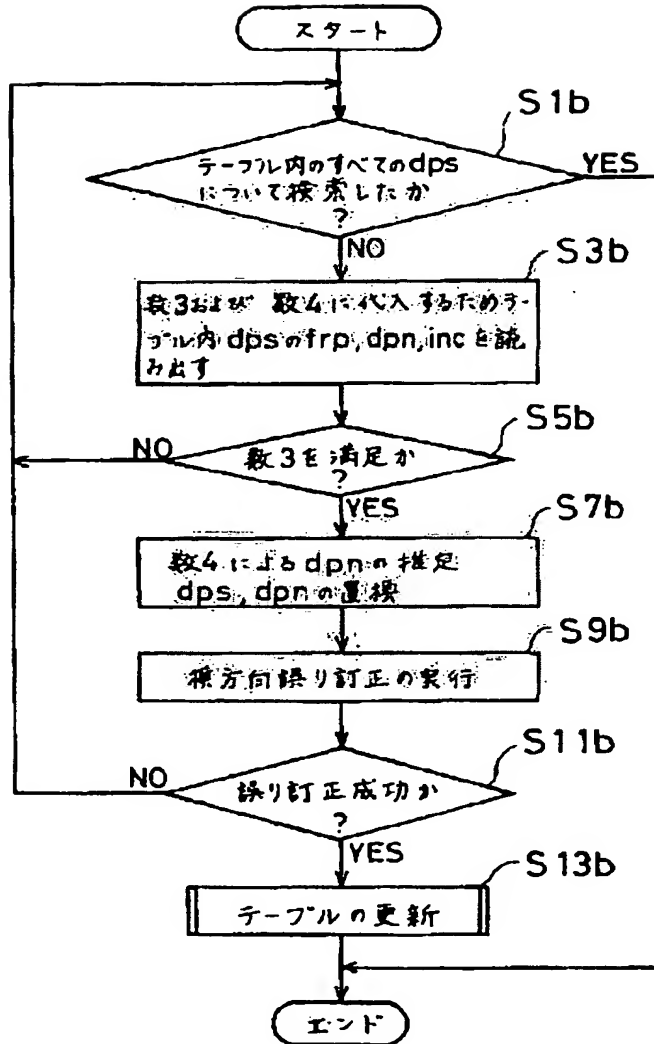
【図8】



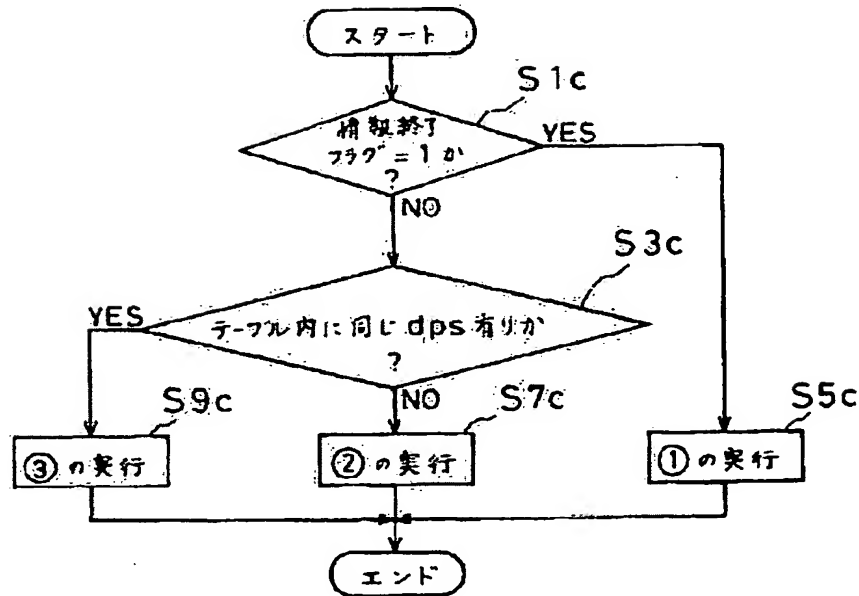
【図9】



【図10】



【図11】

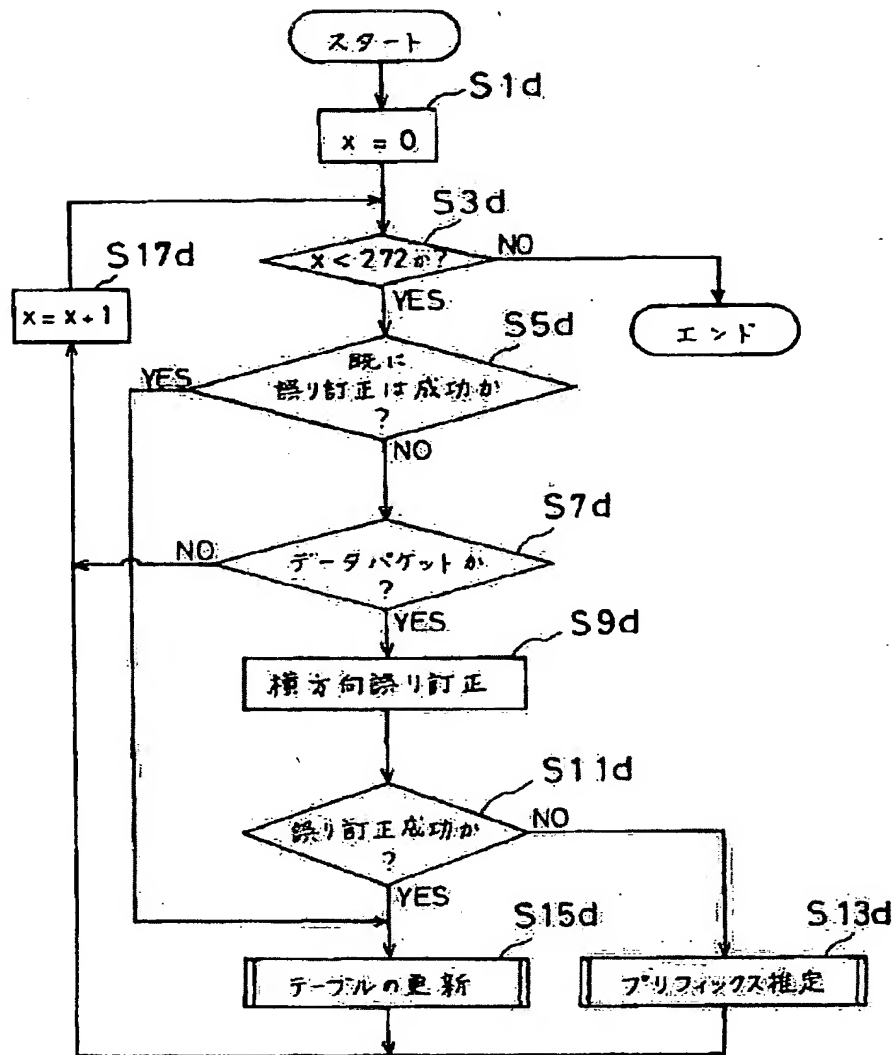


【図13】

	16ビット	170ビット	82ビット	ブロック
		176ビット	16ビット	0
13ブロック	ブロック1	ブロック2	ブロック3	1
	ブロック4	ブロック5	ブロック6	2
	ブロック7	ブロック8	ブロック9	...
	ブロック10	ブロック11	ブロック12	13
	ブロック13	ブロック14	ブロック15	14
	ブロック16	ブロック17	ブロック18	15
	ブロック19	ブロック20	ブロック21	16
123ブロック	ブロック22	ブロック23	ブロック24	17
	ブロック25	ブロック26	ブロック27	18
	ブロック28	ブロック29	ブロック30	19
	ブロック31	ブロック32	ブロック33	...
772ブロック	ブロック34	ブロック35	ブロック36	134
	ブロック37	ブロック38	ブロック39	135
	ブロック40	ブロック41	ブロック42	136
13ブロック	ブロック43	ブロック44	ブロック45	137
	ブロック46	ブロック47	ブロック48	...
123ブロック	ブロック49	ブロック50	ブロック51	149
	ブロック52	ブロック53	ブロック54	150
	ブロック55	ブロック56	ブロック57	151
	ブロック58	ブロック59	ブロック60	152
	ブロック61	ブロック62	ブロック63	...
	ブロック64	ブロック65	ブロック66	270
	ブロック67	ブロック68	ブロック69	271
	ブロック70	ブロック71	ブロック72	272

図13は、データブロックの構造を示す表である。表の上部にはビット長（16ビット、170ビット、82ビット）とブロック番号（0, 1, 2, ..., 134, 135, 136, 137, ..., 149, 150, 151, 152, ..., 270, 271, 272）が示されている。表の下部には、各ブロックの構成要素（ブロック番号、データ長、CRC）が示されている。

【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 高田 政幸

東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72)発明者 黒田 徹

東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72)発明者 土田 健一

東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72)発明者 磯部 忠

東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72)発明者 山田 幸

東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内